



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

TRABAJO DE DIPLOMA

TÍTULO:

**COMPORTAMIENTO EN CONDICIONES DE MASAYA DE
PLANTAS DE QUEQUISQUE (*Xanthosoma sagittifolium* (L)
Schott), CULTIVAR MASAYA, OBTENIDAS DE TRES
TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN.**

AUTORES:

BR: ALVARO MARIO GARCÍA ALTAMIRANO.

BR: EDDY SANDRO ACUÑA RÍOS.

ASESOR:

ING. AGR. MSC GUILLERMO REYES CASTRO.

MANAGUA, OCTUBRE DE 2000

***i.* Índice general**

Contenido	Pág.
Índice general	<i>i</i>
Índice de tablas	<i>ii</i>
Índice de figuras	<i>iii</i>
Agradecimiento	<i>iv</i>
Dedicatoria	<i>v</i>
Resumen	<i>vi</i>
I Introducción	1
Objetivo	3
Hipótesis	4
II Materiales y Métodos	5
2.1 Descripción de lugar.	5
2.2 Descripción del ensayo	6
2.3 Factor en estudio	6
2.3.1 Propagación convencional	6
2.3.2 Propagación por CRAS	6
2.3.3 Propagación <i>In vitro</i>	7
2.4 Variables evaluadas	8
2.4.1 Variables morfológicas	8
2.4.1.1 Altura de planta	8
2.4.1.2 Número de hojas	8
2.4.1.3 Grosor de pseudotallo	8
2.4.1.4 Área foliar.	8
2.4.1.5 Número de hijos.	8
2.4.2 Variables de rendimiento	8
2.4.2.1 Número de cormelos	8
2.4.2.2 Largo por ancho del cormelo	8

2.4.2.3	Peso de cormelos por planta	9
2.4.2.4	Peso promedio de cormelo	9
2.5	Incidencia de enfermedades	9
2.5.1	Incidencia del Virus del Mosaico del Dasheen	9
2.5.1.1	Presencia del D.M.V	9
2.5.1.2	Efecto del D.M.V sobre el rendimiento	10
2.5.2	Incidencia de la Lesión foliar marginal (<i>Xanthomona campestris</i> pv. <i>dieffiebachiae</i>)	10
2.5.2.1	Presencia de la bacteria	10
2.5.3	Incidencia de la Mancha por Antracnosis (<i>Colletotrichum gloeosporoides</i> (Penz)	11
2.6	Análisis estadístico	12
2.7	Manejo agronómico	12
2.7.1	Establecimiento del cultivo	12
2.7.1.1	Preparación del terreno	12
2.7.1.2	Arado	12
2.7.1.3	Rastrillado	12
2.7.1.4	Nivelación	12
2.7.1.5	Surcado	13
2.7.2	Preparación de la semilla y siembra	13
2.7.2.1	Preparación del material de siembra	13
2.7.2.2	Método de siembra	14
2.7.2.3	Fertilización	14
2.7.2.4	Riego	14
2.7.2.5	Cosecha	14
2.8	Eventos fenológicos	15
2.8.1	Ahijamiento	15
2.8.2	Momento de cosecha	15
III	Resultados y discusión	16
3.1.	<i>Variables morfológicas</i>	16
3.1.1	Altura de planta	16
3.1.2	Número de hojas	17
3.1.3	Grosor de pseudotallo	18
3.1.4	Area foliar	19
3.1.5	Número de hijos.	20

3.2	<i>Componentes del rendimiento</i>	21
3.2.1	Número de cormelos	21
3.2.2	Peso de cormelo totales/pta	22
3.2.3	Peso promedio de cormelo	23
3.2.4	Tamaño promedio de cormelo	23
3.3	<i>Incidencia de enfermedades</i>	24
3.3.1	Incidencia del DMV	24
3.3.1.1	Presencia de D.M.V	24
3.3.1.2	Efecto del D.M.V sobre el rendimiento	26
3.3.2	Incidencia de la Lesión Foliar Marginal	
3.3.2.2	(<i>Xanthomona campestris</i>) y la Mancha por Antracnosis (<i>Colletotrichum gloesporioides</i> (Penz)	28
3.4	<i>Eventos fenológicos</i>	29
3.4.1	Ahijamiento	29
3.4.2	Momento de cosecha	30
IV	Conclusiones	33
V-	Recomendaciones	36
VI	Referencias	38

ii. Índice de tablas

Pág.

Tabla 1. Altura promedio de plantas de quequisque obtenidas a partir de tres técnicas de propagación, establecidas en condiciones de Masaya, postrera 99-00.	16
Tabla 2. Numero de hojas promedio de plantas de quequisque obtenidas a partir de tres técnicas de propagación, establecidas en condiciones de Masaya, postrera 99-00.	17
Tabla 3. Promedio de grosor del tallo de plantas de quequisque obtenidas a partir de tres técnicas de propagación, establecidas en condiciones de Masaya, postrera 99-00.	19
Tabla 4. Promedio de área foliar cm ² de plantas de quequisque obtenidas a partir de tres técnicas de propagación, establecidas en condiciones de Masaya, postrera 99-00.	20

Tabla 5. Numero de hijos promedio de plantas de quequisque obtenidas a partir de tres técnicas de propagación, establecidas en condiciones de Masaya, postrera 99-00.	21
Tabla 6. Componentes de rendimiento Promedio de plantas de quequisque obtenidos a partir de tres técnicas de propagación, establecidos en condiciones de Masaya, Postrera 99.00	22
Tabla 7. Componentes de rendimiento promedio de plantas de quequisque obtenidos de plantas de técnica convencional e invitro establecidos en condiciones de Masaya, acompañadas con sus variantes infectados con DMV, postrera 99.00.	27

iii. Índice de figuras

Pág.

Figura 1. Precipitación (mm) y temperatura (° C) promedio reportada en la zona, en los meses que duro el ensayo.

5

Figura 2. Presencia del DMV en plantas de quequisque obtenidas de tres técnicas de propagación, establecidas en condiciones de Masaya, postrera 99-00.

24

Figura 3. Presencia de bacterias y hongos en plantas de quequisque obtenidas a partir de tres técnicas de propagación, Postrera 99-00.

28

Figura 4. Ahijamiento promedio registrado en plantas de quequisque, cultivar Masaya, obtenidas de tres técnicas de propagación convencional, CRAS e *invitro* establecidas en condiciones de la Poma, Masaya Postrera 99-00.

30

Figura 5. Numero de hojas promedio

31

de plantas de quequisque, cultivar

Masaya obtenidas de tres técnicas de

Propagación, establecidas en condiciones

de la Poma, Masaya Postrera 99-00.

Figura 6. Promedio de grosor de pseudotallo

31

de plantas de quequisque, cultivar Masaya,

obtenidas de tres técnicas de Propagación,

establecidas en condiciones de la Poma,

Masaya, Postrera 99-00.

iv. Agradecimiento

- A mi Madre por el apoyo económico, moral, pilar fundamental en la realización y culminación de mis estudios.
- A los ingenieros Guillermo Reyes Castro y Marbell Aguilar Maradiaga por el apoyo técnico e influencia motivadora para la finalización de mi tesis
- A la Fundación Víctimas de Guerra por el apoyo económico brindado durante el tiempo de realización de este trabajo.
- A mis compañeros de clase, los bachilleres Jairo Antonio Grío, Eddy Sandro Acuña, José Antonio Losa, Yáder Anibal Gómez, Lennin Castillo Lara, Maycol Acuña Pérez y Roxana Yadira Cruz Cardona por brindar su solidaridad para la realización de este trabajo.

Alvaro Mario García Altamirano

- A mi Madre por el apoyo incondicional para la realización y culminación de mi carrera.
- Al Centro Cumunitario Oscar Arnulfo Romero (O.A.R), en especial al Padre Santiago Giroux por su total apoyo
- A los ingenieros Guillermo Reyes Castro y Marbell Aguilar Maradiaga por el apoyo técnico y motivación para la finalización de la tesis.
- A mis compañeros de clase, los bachilleres Jairo Antonio Grío, Eddy Sandro Acuña, José Antonio Loza, Yáder Anibal Gómez, Lennin Castillo Lara, Maycol Acuña Pérez y Roxana Yadira Cruz Cardona.

Eddy Sandro Acuña Ríos

v. Dedicatoria

- A mi **Madre**: Mirian Ríos Potosme
- Al Centro Comunitario Oscar Arnulfo Romero, en especial al Padre Santiago Giroux
- A mi tío Mauricio Rodríguez Rojas
- A mi novia: Claudia del Socorro Flores Delgado
- A mis hermanos: José René, Sonia del Carmen, Daysi María, David Antonio y Mirian Isabel.

vi. RESUMEN.

El objetivo del presente estudio fue de evaluar el comportamiento morfológico, fenológico y de rendimiento; la presencia de enfermedades virales, fungosas y bacterianas; y sus efectos sobre el rendimiento en plantas obtenidas a través de tres técnicas de reproducción asexual (CRAS, convencional e *in vitro*), en condiciones de Masaya. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (BCA), con 4 bloques de 3 tratamientos cada uno. El área de cada bloque fue de 60 m², el de la parcela 20 m², para un área total del experimento de 312 m². Cada parcela estuvo conformada por 4 surcos de 5 m, con 10 plantas/surco, 40 plantas por parcela, 120 plantas por bloque y 480 plantas totales. La distancia de siembra fue de 0.5 m entre plantas y 1.0 m entre surcos. El ANDEVA realizado a las variables morfológicas demuestra que las plantas CRAS fueron casi siempre los estadísticamente mejores, seguido de las plantas CONV y en última instancia las plantas de cultivo de tejidos; a excepción de la variable número de hijos donde las vitroplantas fueron superior estadísticamente que las plantas propagadas por las otras técnicas. El análisis de los componentes del rendimiento revela que las vitroplantas produjeron valores de número de cormelos y peso de cormelos/planta (96.42 qq/mz) estadísticamente superiores a lo reportado por las plantas CRAS (66.40 qq/mz) y CONV (41.93 qq/mz). En los componentes peso promedio por cormelo y dimensión de los cormelos las plantas convencionales y CRAS resultaron similares entre sí, pero superiores estadísticamente a las plantas obtenidas en el laboratorio. El ahijamiento es claramente favorable a las plantas de cultivo de tejidos, causado posiblemente por las porciones remanentes de reguladores de crecimiento que permanecieron en las células de plantas sometidas a las condiciones de laboratorio. Hubo tendencia a disminuir los valores de las variables grosor del seudotallo, número de hojas y área foliar en las vitroplantas a partir de los 180 dds, unido al hecho que los cormelos de estas plantas presentaron raíces y las yemas apicales y axilares brotadas al momento de cosecha, lo que señala la precocidad de las plantas *in vitro* con relación a las plantas originadas de las otras técnicas. El primer test de ELISA sobre las muestras de hojas de plantas que presentaban los síntomas de la presencia del DMV, demostró que el 98 % de las plantas con síntomas presentaban el DMV en su estructura. El segundo test de ELISA realizado sobre plantas escogidas al azar señala que el 100 % de las plantas muestreadas contenían el virus. Las plantas CONV e *in vitro* ubicadas en la parcela útil no presentaron diferencias infectadas en cuanto a los componentes del rendimiento. Las plantas *in vitro* independiente que presenten infección o no registraron mayor número de cormelos y peso de cormelos/planta. En el peso promedio de cormelo las plantas CONV-PU fueron superiores a las plantas CONV infectadas e *in vitro* en sus dos variantes. Las plantas CONV infectadas produjeron los cormelos con dimensiones superiores a los datos registrados por las plantas CONV-PU, *in vitro* PU e infectadas. Los dos conteos visuales realizados a las plantas con síntomas de la presencia de la bacteria *Xanthomonas campestris* y el hongo *Collectotrichum gloesporoides* (Penz) a los 180 y 270 dds indica escasa presencia en el ensayo.

I Introducción

El quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott) pertenece a la familia Aráceae y son cultivadas por sus cormos almidosos, es un cultivo muy importante para la economía de pequeños y medianos productores quienes constituyen el 70 % del total de campesinos (MAG, 1995). Dentro de la dieta alimenticia, existe la tradición de consumir quequisque lila o criollo; el cual se cultiva en pequeños huertos de productores del pacífico, siendo el mayor abastecedor del mercado nacional el departamento de Masaya (INTA, 2000).

El quequisque se reproduce asexualmente a través de su cormo, el cual es seccionado, conteniendo yemas axilares, que darán origen a nuevas plantas. Este tipo de propagación debería garantizar la identidad y la estabilidad genética de la descendencia; por lo que se debe esperar un buen rendimiento en una población originada a partir de una buena planta madre. Según (Rojas, 1998), este tipo de sistema reproductivo, por ser estrictamente vegetativo, favorece la diseminación y desarrollo de enfermedades virales y de otros tipos, produciendo la degradación de la semilla. Este hecho que ha contribuido que los productores sufran pérdidas por la presencia de las enfermedades, entre las que se destacan las infecciones virales, siendo el virus del mosaico de la malanga (DMV) el de mayor relevancia.

En Nicaragua las principales regiones productoras de quequisque comprenden las localidades de Río San Juan, Nueva Guinea, y Masaya. Los pequeños y medianos productores son los que producen la mayor parte. El cultivo tiene un ciclo de 10 a 12 meses, obteniéndose los más altos rendimientos entre los meses de octubre y diciembre. La demanda de este rubro en mercados internacionales, lo convierte en un producto no tradicional de exportación; con muchas expectativas económicas dentro de las familias productoras, especialmente las ubicadas en la zona del trópico húmedo: municipios de Nueva Guinea, San Carlos y El Rama donde se cultiva de manera artesanal en áreas pequeñas de 0.5 a 2.0 mz con rendimientos de 21.2 a 24.9 ton/ha (300 a 350 qq/mz) (INTA, 2000).

Entre los agentes causantes de infecciones encontradas en el material de siembra de quequisque en Nueva Guinea y el Rama se reportan los hongos: *Corticium rolfsii*, *Fusarium oxisporum*; las bacterias: *Pseudomonas solanacearum*, *Erwinia carotovora*, *Xanthomona campestris*, y infecciones causadas por los nemátodos: *Meloidogyne* spp, y *Pratylenchus* spp (Monterroso, 1996 y Góngora, 1997).

Un principio de patología vegetal dice: las especies multiplicadas vegetativamente durante muchos años se infestan sistemáticamente con uno o varios patógenos en especial virus o agentes similares (Nyland, 1968). Las mezclas de semillas de calidad heterogénea contribuyen al deterioro genético de un cultivar clonal. Los cultivos multiplicados de esta manera muestran una tendencia a reducir sus rendimientos como es el caso del quequisque, este fenómeno es conocido como: **declinación fisiológica del cultivar**, esto no es más que el deterioro progresivo de un clon sometido a condiciones adversas (Nome, 1991).

Una de las limitantes a las cuales se ha enfrentado la siembra de quequisque, tanto blanco como morado en el país, ha sido la dificultad de obtener semilla libre de enfermedades especialmente las de tipo viral. El no contar con semilla sana, se usa semilla infectada para la siembra en otras áreas y con ello se han diseminado estas enfermedades (Rojas, 1998).

En los últimos años se han desarrollado técnicas alternativas de propagación que contribuyen a mejorar la calidad fitosanitaria y genética de los cultivos: a) propagación acelerada de semilla y b) propagación *in vitro*. En ambas técnicas es necesario contar con infraestructuras mínimas, adecuadas para la producción de plantas de buena calidad, además de personal especializado en la producción y manejo de las plantas. El objetivo principal de utilizar cualquiera de las técnicas de propagación mencionada es el establecimiento de bancales de semilla agámica a partir de los cuales se obtendrá una cantidad de plantas con buena calidad genética y fitosanitaria, disponibles para ampliar las áreas productoras de semilla.

La forma convencional de propagación del quequisque y que el campesino utiliza tradicionalmente, consiste en el seccionado del cormo en tantos trozos como su tamaño lo permita, utilizando cormos de diferente calidad y tamaño. Cada trozo contiene al menos una yema axilar del cormo. Raras veces se realiza la desinfección de la semilla y en la práctica exista una mezcla del material de siembra.

La técnica de reproducción acelerada de semilla (CRAS) consiste en diseccionar el cormo en fracciones pequeñas conteniendo cada una yema, garantizando una mayor cantidad de plantas en relación a la forma tradicional. Estas pequeñas porciones se establecen en sustratos contenidos en un cantero proporcionándoles condiciones favorables a las plántulas en cuanto a humedad, luz, sombra y fertilización con el objetivo de asegurar excelente calidad y suficiente número de plantas.

La propagación *in vitro* se le conoce también como micropropagación, y se define como cualquier procedimiento aséptico que comprenda la manipulación en plantas, de órganos, tejidos o células que produzcan poblaciones de plántulas y que permitan el reemplazo tanto del proceso sexual como de la propagación vegetativa no aséptica que se practica convencionalmente.

Con la realización del presente estudio se pretende alcanzar el siguiente objetivo e hipótesis:

Objetivo:

- Evaluar el comportamiento morfológico, fenológico y de rendimiento así como la incidencia de enfermedades y sus efectos sobre el rendimiento, en plantas de cultivar clonal de quequisque Masaya, propagadas a través de tres técnicas de propagación y cultivadas en condiciones de los productores de Masaya.

Hipótesis:

- **Ha:** Las plantas del cultivar de quequisque Masaya obtenidas a través del empleo de las tres técnicas de propagación no presentan diferencias entre sí, en cuanto a características morfológicas, fenológicas y de rendimiento en condiciones que utiliza normalmente el productor de Masaya. El DMV no ejerce efecto sobre el rendimiento de las plantas del cultivar Masaya.

- **Ho:** Las plantas del cultivar de quequisque Masaya obtenidas a través del empleo de las tres técnicas de propagación presentan diferencias en cuanto a características morfológicas, fenológicas y de rendimiento en condiciones que utiliza normalmente el productor de Masaya. El D.M.V ejerce efecto sobre el rendimiento de las plantas del cultivar Masaya

II Materiales y métodos

2.1 Descripción de la zona

El presente trabajo se desarrolló en áreas de un productor tradicional de quequisque en la comunidad La Poma, municipio de Masaya. La zona presenta la siguiente condiciones edafoclimáticas: longitud 86° 4' 22", latitud 11° 58', altitud: 280-400 m.s.n.m, pendiente 1.5-4 %; temperatura 26.1 °C; precipitación 1000-1200 mm anuales; humedad relativa 78 %; vientos: 2.1-4.5 m/segundo; suelos casi planos y ligeramente inclinados, bien drenados, profundos y moderadamente profundos; con un espesor de 10-15 cm que han sido desarrollados de cenizas volcánicas, con una textura que varía de franco a franco arcillolimoso y tiene un estrato endurecido fragmentado debajo de los 60 cm de profundidad. La permeabilidad es moderada a moderadamente lenta, el suelo tiene una capacidad de humedad disponible moderado y un contenido de materia orgánica alto, la reacción del suelo es neutra a ligeramente ácida.

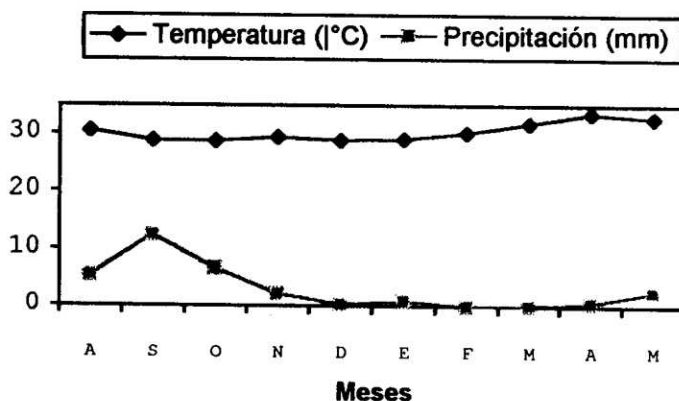


Figura 1.- Precipitación (mm) y temperatura (°C) promedio reportada en la zona, en los meses que duró el ensayo.

2.2 Descripción del ensayo

Este estudio se estableció utilizando un diseño de bloques completos al azar con 4 bloques, cada bloque constó de 3 tratamientos cada uno; el área de cada bloque fue de 60 m², el de la parcela de 20 m para un área total del experimento de 312 m². La distancia de siembra que se utilizó fue de 0.5 m entre plantas y 1 m entre surcos. La parcela experimental constó de cuatro surcos, 10 plantas por surcos, 40 plantas por parcela, 120 plantas por bloque, 160 plantas por tratamientos y 480 plantas en total. La parcela útil estuvo compuesta de 20 plantas ubicadas en los surcos intermedios 2 y 3.

2.3 Factor en estudio

El factor evaluado en el presente trabajo fue la técnica de reproducción del material de propagación de quequisque: convencional, CRAS e *in vitro*.

2.3.1 Propagación convencional

El material se colectó en áreas de un productor seleccionado al azar en la comunidad La Poma municipio de Masaya. El origen de la semilla utilizada en esta zona es endémico, es decir, que ha sido producida de manera tradicional desde hace más de 60 años; se considera un material adaptado bajo estas condiciones. En el ensayo se utilizó semilla de tamaño variable, aproximadamente de 6 a 9 cm de largo x 7 cm de ancho y de 6 a 8 trozos por cormos con un peso aproximado de 40 a 60 g.

2.3.2 Propagación por CRAS (Cámara de reproducción acelerada de semilla).

El material utilizado en esta técnica de propagación también fue colectado en la comunidad La Poma. La propagación a través de CRAS se realizó en el sombreadero del REGEN,

(U.N.A) Managua, donde se establecieron en canteros utilizando un sustrato de hormigón y arena, haciendo uso de un sistema de riego por micronebulizadores. Se tomaron fracciones con un tamaño de entre 2 x 2 y 2 x 3 cm de largo y ancho, con un peso aproximado de cada sección de 10 a 12 g. El coeficiente de multiplicación oscila entre 25 a 40 fracciones por corno principal y su rendimiento final en el campo es entre 125 a 200 semillas por corno.

2.3.3 Propagación *in vitro*.

Conlleva tres etapas en el laboratorio y una fuera de este:

- 1- Fase de establecimiento. Consiste en utilizar un medio de cultivo apropiado que garantice el desarrollo del explante bajo condiciones ambientales artificiales, tiene una duración de entre 35-45 días.
- 2- Fase de proliferación: Se caracteriza por inducción de la formación y el desarrollo de una serie de yemas en el tejido implantado en el medio de cultivo, lo que constituye la fase fundamental para lograr altos índices de multiplicación.
- 3- Fase de enraizamiento: Cuyo objetivo es el inducir una mayor proliferación de raíces por vitroplanta, previo al traslado en condiciones de sombreadero.
- 4- Fase de aclimatación: Se realiza fuera del laboratorio y puede hacerse en bolsas, botes y cámaras técnicas en la CRAS, utilizando un sustrato adecuado (suelo, arena y materia orgánica). A través de esta técnica se obtiene a partir de una yema 10,000-12,000 vitroplantas por año.

2.4 Variables evaluadas

2.4.1 Variables morfológicas

2.4.1.1 *Altura de la planta:* Se midió a partir de la base del pseudotallo hasta la parte de inserción del pecíolo con la hoja de mayor altura de la planta, ésta se evaluó en (cm).

2.4.1.2 *Número de hojas:* Es el conteo del total de hojas, tanto de la planta principal, como del número de vástagos.

2.4.1.3 *Grosor del pseudotallo:* Este parámetro se midió en centímetros, con la utilización de un vernier (calibrador de grosor), registrando el diámetro de intersección de las vainas de las hojas con la base del pseudotallo.

2.4.1.4 *Area foliar:* Se tomaron midiendo el ancho por largo de la hoja de mayor altura, tanto de la planta principal como de los vástagos; ésta se registró en cm².

2.4.1.5 *Número de hijos.* Es el conteo del número de vástagos originados en la base de la planta madre a lo largo de la vida de la planta.

2.5 Variables de rendimiento:

2.5.1 *Número de cormelos:* Se tomaron el total de cormelos por plantón es decir tanto de la planta madre como de los vástagos.

2.5.2 *Largo por ancho del cormelo:* Este se midió en cm con la utilización del vernier (calibrador del grosor), para este parámetro se evaluaron de 2 a 3 cormelos por plantón.

2.5.3 *Peso de cormelo por planta*: Este se evaluó en onzas haciendo uso de una balanza, posteriormente se hizo una conversión gramos (g), tomándose en cuenta todos los cormelos del plantón.

2.5.4 *Peso promedio de cormelo por planta*: Para este parámetro se efectuó una relación entre el peso de cormelo por planta y el número de cormelos por planta.

2.6 Incidencia a enfermedades

2.6.1 Incidencia del Virus del mosaico del dasheen (Dasheen Mosaic Virus, D.M.V siglas en inglés)

La sintomatología foliar que produce la infección de este virus en plantas de quequisque a pesar de ser variado, puede resumirse en tres tipos:

- 1- Clorosis severa en las hojas que toman apariencia como plumas blancas
- 2- Mosaico que consiste en grandes áreas levemente cloróticas.
- 3- Clorosis generalizada en las áreas intervenales acompañada fuertemente de deformación foliar.

2.6.1.1 Presencia del D.M.V

Para determinar la presencia del DMV en las plantas provenientes de las tres técnicas en estudio se realizaron tres evaluaciones distribuidas durante el ciclo del cultivo. Para esto efectos se realizó primero una prueba de ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay siglas en inglés) para corroborar si las plantas con síntomas correspondían a plantas infestadas. Posteriormente se realizaron tres conteos visuales de plantas que presentaban los síntomas a los 180, 240, 270 días. Los conteos se realizaron tomando en cuenta todas

plantas de las parcelas de los tratamientos.

La forma en que se calculó la presencia fue tomando en cuenta el número de plantas con hojas con síntomas / el número de plantas muestreadas por cien

$$P = \frac{\text{\# de plantas con hojas que presentan el síntoma}}{\text{\# de plantas muestreadas}} \times 100$$

2.6.1.2 Efecto del D.M.V sobre el rendimiento

Se realizó una segunda prueba de ELISA a muestras de plantas seleccionadas al azar con el objetivo determinar el efecto del virus sobre el rendimiento, comparando el rendimiento de las plantas efectivamente infestadas con el rendimiento obtenido por las plantas sin síntomas.

2.6.2 Incidencia de la Lesión foliar marginal (*Xanthomona campestris* pv. *dieffenbachiae*)

Los síntomas comienzan con una necrosis marginal en la lámina que puede abarcar todo el margen o porción de ella. La franja necrótica es de color marrón y esta separada de la parte sana de la hoja, por un halo amarillo brillante. En el envés de la hoja se puede observar los exudados con aspecto mucoso de color amarillo ocasionado por la bacteria.

2.6.2.1 Presencia de la bacteria

Se realizaron dos registros visuales para determinar la presencia de la bacteria en las plantas provenientes de tres técnicas de propagación en estudio. Los conteos visuales se efectuaron a los 180 y 270 días después de la siembra. Cabe señalar que para este tipo de patógeno no se determinó el efecto que tuvieron sobre los rendimientos, ya que la afectación fue casi

nula en las plantas de las tres técnicas en estudio.

Se evaluó la presencia de esta enfermedad tomando en cuenta el número de plantas con hojas que presentan el síntoma / número de plantas muestreadas por cien.

$$P = \frac{\text{\# de plantas con síntomas}}{\text{\# de plantas muestreadas}} \times 100.$$

2.6.3 Incidencia de la Mancha por antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides* Penz.)

Manchas por antracnosis es la enfermedad fungosa que aunque se presenta en quequisque, hasta el momento no ha mostrado ser de importancia económica en Nicaragua. La humedad relativa y temperaturas bajas favorecen al desarrollo de esta enfermedad en la planta, las estructuras reproductivas del hongo se desarrollan en la lesión y puede ser transportada por el viento, la lluvia e insectos (INTA, 2000).

2.6.3.1- Presencia del hongo :

Se realizaron dos registros visuales para determinar el porcentaje de plantas, provenientes de tres técnicas de propagación, con presencia del hongo. Los conteos visuales se efectuaron a los 180 y 270 días después de la siembra

La presencia de esta enfermedad se determinó tomando en cuenta el número de plantas con síntomas / el número de plantas muestreadas por cien.

$$P = \frac{\text{\# de plantas con presencia del síntoma.}}{\text{\# de plantas muestreadas}} \times 100.$$

2.7 Análisis realizado

Una vez determinados los datos de las variables morfológicas, altura de planta, grosor del tallo, número de hijos, número de hojas, área foliar así como a los componentes de rendimiento, número de cormelos, largo por ancho de cormelo, peso de cormelo por planton y peso promedio por cormelo se le realizaron un análisis de varianza para determinar la significancia de los tratamientos así como la separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de Tukey. Para realizar el cálculo del efecto del virus (DMV) sobre el rendimiento se estimó el rendimiento de las plantas infectadas y de la parcela útil a través de un muestreo al azar, realizándose estimaciones de la reducción entre las plantas evaluadas.

2.8 Manejo agronómico

2.8.1 *Establecimiento del cultivo*

Las actividades de presembrado que se realizaron fueron las siguientes

2.8.1.1 Preparación del terreno. Se eliminaron los materiales de mayor tamaño presentes en el área, para facilitar las labores siguientes.

2.8.1.2 Arado. Se ejecutaron 2 pases de arado logrando que ambos coincidieran perpendicularmente con el objeto de disminuir los terrones y mullir el suelo.

2.8.1.3 Rastrillado. Se realizó un pase de rastrillo para la respectiva eliminación de rastrojos dejados por la labor anterior.

2.8.1.4 Nivelación. Esta labor se ejecutó arrastrando una barra de hierro a lo largo del área y asegurar un brote uniforme de los cultivares.

2.8.1.5 *Surcado:* se realizó con apoyo del arado egipcio.

Las actividades mencionadas anteriormente se ejecutaron de manera tradicional empleando una yunta de bueyes.

2.8.2 Preparación de la semilla y siembra

2.8.2.1 Preparación del material de siembra

Convencional. Los cormos del cultivar Masaya se seccionaron en trozos con tamaño promedio de 6 a 9 cm de largo y 7 cm de ancho, los mismos portaban de 2 a 3 yemas. Estas semillas fueron desinfectadas con el producto fungicida-bactericida (BUSAN) a razón de 1 ml/l. La cantidad de solución final dependió de la cantidad final de semilla que se utilizó. La totalidad de semilla se sumergió en la solución durante un período de 1 minuto y posteriormente fueron secadas bajo sombra.

CRAS. Estas plantas fueron obtenidas bajo metodologías desarrolladas en el Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN) de la UNA, Managua. Los cormos del cultivar Masaya se seccionaron en trozos pequeños, conteniendo de 1 a 2 yemas cada uno. Se seleccionaron las mejores yemas; posteriormente estas fueron establecidas en canteros con sustratos de arena, con una distancia de siembra de 10 cm entre planta y 15 cm entre surcos, permanecieron bajo estas condiciones por un período de 3 meses. Después las plantas fueron trasladadas a bolsas de polietileno con una dimensión de 8 x 10 cm, llenadas con suelo; de tal manera que les permita adaptarse a un medio similar al definitivo. Un mes después fueron trasladadas al campo donde se estableció el ensayo con una altura aproximada de entre 25 a 30 cm y con 2 a 3 hojas.

In vitro: Estas plantas fueron obtenidas bajo metodologías desarrolladas en el laboratorio de cultivos de tejidos del REGEN-UNA, como resultado de un proceso que conlleva 5 etapas definidas anteriormente.

2.8.2.2 *Método de siembra*

Se realizó de manera similar al empleada en la zona. Los trozos de cormos se ubican con las yemas invertidas hacia el suelo; con ello se pretende acelerar la emisión de raíces y mejorar el anclaje de la planta. Sobre la semilla se dispone una capa de suelo de 2 a 3 cm. de espesor. Las plantas CRAS e *in vitro* fueron establecidas directamente en el campo con una altura entre 25-30 cm y con al menos 3 hojas.

2.8.2.3 *Fertilización*

Se ejecutaron 3 fertilizaciones a lo largo del ciclo del cultivo; la primera al momento de la siembra (completo); una segunda y tercera fertilización (urea + completo) a los 30 dds y 60 dds, coincidiendo con los aporques y desmalezados según lo requiera el cultivo.

2.8.2.4 *Riego*

Se estableció un sistema de riego por aspersión a lo largo del ensayo, con un período de irrigación según la necesidad del cultivo y el grado de humedad del terreno, disminuyendo la frecuencia en los últimos dos meses, cercanos al momento de la cosecha.

2.8.2.5 *Cosecha*

Se realizó de forma manual a los 9 meses después de la siembra, como tradicionalmente lo realizan los productores y lo sugiere la literatura. Se cosecharon las plantas de las

diferentes técnicas al mismo tiempo. Esta actividad se realizó en mayo de 2000.

2.9 Eventos fenológicos

Una vez finalizado el ensayo y analizado el comportamiento de las variables morfológicas se dispuso al estudio de los eventos fenológicos más importantes con el objetivo de determinar cual de las técnicas evaluadas desarrolló más rápidamente y obtuvo su producción en menor tiempo.

2.9.1 Ahijamiento.

Se evaluó el comportamiento de la variable número de hijos registrados en las plantas de las tres técnicas evaluadas.

2.9.2 Momento de cosecha

Para estos efectos se consideraron las características morfológicas: grosor del pseudotallo y número de hojas. El análisis de las variables morfológicas una vez terminado el ensayo podría indicar diferencias entre las técnicas en cuanto a la duración del ciclo vegetativo, y además, servir como parámetro de diferenciación que ayudase a definir, para futuros estudios, el momento de cosecha para cada técnica. Las evaluaciones se realizaron a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180, 210 y 240 dds.

III Resultados y discusión

Los promedios de altura de planta (cm), número de hojas, grosor de tallo (cm), área foliar (cm²) y número de hijos, además de las categorías estadísticas asignadas se presentan en las tablas 1, 2, 3, 4 y 5, una vez realizado el ANDEVA y la separación de medias según la prueba de rangos múltiples de Tukey. Los promedios de los componentes de rendimiento se localizan en la tabla 6; en la tabla 7 el efecto del virus del DMV sobre el rendimiento. En las figuras 2, 3 se reporta la presencia de virus, de hongos y bacterias.

3.1.1 Altura de planta

De las 8 evaluaciones que se realizaron, solamente en las primeras 2 evaluaciones no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las técnicas en estudio. A partir de la tercera evaluación las diferencias favorecieron a las plantas obtenidas de las técnicas CRAS y convencional respectivamente, siendo estadísticamente similares entre sí. Sin embargo, las plantas obtenidas a partir de la técnica CRAS reportan casi siempre los mejores resultados, las plantas provenientes de la técnica de cultivo de tejidos reportan estadísticamente los más bajos resultados.

Tabla 1. Altura promedio (cm) de plantas de quequisque obtenidas a partir de tres técnicas de propagación, establecidas en condiciones de Masaya, postrera 99-00.

Técnica	Días después de la siembra							
	30	60	90	120	150	180	210	240
CRAS	27.47 a	41.94 a	41.98 a	51.77 a	61.75 a	78.34 a	91.40 a	107.70 a
Convencionales	25.59 a	40.64 a	42.55 a	52.65 a	57.88 a	76.67 a	85.90 a	94.70 a
<i>In vitro</i>	15.80 a	24.70 a	21.98 b	33.35 b	38.69 b	48.03 b	57.70 b	67.90 b
ANDEVA	ns	ns	*	*	*	*	*	*
C.V	27.39	13.80	12.99	13.98	11.58	12.41	14.33	11.64

*Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre ellas, según las pruebas de rangos múltiples de Tuckey, $\alpha = 0.05$ %.

La altura máxima de las plantas de quequisque se alcanza en las hojas que oscilan de la posición 16 a la 20 con un período de crecimiento entre los 180 y 250 dds (López *et al*; 1995). Para Wilson (1984) la altura pico la alcanza a los 7 meses después de la siembra, decreciendo hasta la cosecha, que tarda más o menos 10 meses.

En el presente estudio los máximos valores se reportaron a los 240 días (8 meses), no fue necesario realizar una evaluación más, debido a la defoliación causada por la traslocación de nutrientes hacia la parte subterránea de la planta.

3.1.2 Número de hojas

El análisis estadístico indica que las plantas CRAS y convencional registran los mejores promedios de número de hojas, estadísticamente superiores a las vitroplantas. Las plantas convencionales presentaron promedios similares a las plantas CRAS, pero relativamente superiores desde la primera a la quinta evaluación. Por su parte las plantas CRAS lo hicieron de las evaluaciones sexta a la octava. Las plantas *invitro* a lo largo de las ocho evaluaciones registraron los menores resultados.

Tabla 2.- Número de hojas promedio de plantas de quequisque obtenidas a de tres técnicas de propagación, establecidas en condiciones de Masaya, postrera 99-00.

Técnica	Días después de la siembra							
	30	60	90	120	150	180	210	240
CRAS	3.09 a	4.05 a	2.51 ab	5.06 a	4.11 ab	5.70 a	4.33 a	4.49 a
Convencional	3.19 a	3.33 a	2.61 a	5.30 a	4.48 a	5.38 ab	3.69 ab	4.24 a
<i>In vitro</i>	1.79 b	3.93 b	2.23 b	3.02 b	3.32 b	4.39 b	2.93 b	2.54 b
ANDEVA	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V	9.10	20.37	5.77	11.86	9.42	11.46	17.37	12.70

* Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre ellas, según la prueba de rangos múltiples de Tukey, $\alpha = 0.05$ %.

Las plantas provenientes de las tres técnicas mostraron número de hojas alternantes de manera independiente, es decir no hubo tendencias constantes a aumentar o disminuir el número de hojas, es probable que la persistencia de la hoja en la planta, la cual tiene un ciclo de entre 35 y 60 días, haya sido la causa de este fenómeno.

De acuerdo con López *et al*; (1995) el ritmo de emisión de la hoja es de 5-8 días aproximadamente; en los meses de alta humedad relativa (más del 80 %), alta humedad del suelo y temperatura entre 25 y 30 °C. La planta principal de un plantón puede emitir en un año de 25 o 35 hojas aproximadamente. El ciclo de vida de una hoja oscila desde 30 hasta 62 días.

Según Wilson (1984) el número de hojas es variable, alcanza su máximo a partir del tercer al quinto mes después de la siembra; dependiendo del cultivar y el manejo de las condiciones. En nuestro ensayo los mayores valores se registraron a los 180 dds, con una tendencia posterior a disminuir próximo a la cosecha, cuestión más marcada en las plantas provenientes de cultivo de tejidos. En este sentido López *et al* (1995) señala que la materia seca de la hoja comienza a declinar a partir del máximo desarrollo foliar, dicha declinación es atribuida en parte al traslado de nutrientes desde la hoja al pseudotallo.

3.1.3 Grosor de pseudotallo.

Las plantas obtenidas a partir de las técnicas CRAS y convencional tuvieron resultados similares entre sí a los 90, 120, 150, 180 y 210 dds y diferentes estadísticamente a las plantas *in vitro*, excepto a los 30, 60 y 240 dds, cuando las plantas CRAS presentaron resultados estadísticamente superiores a las vitroplantas y las convencionales. Las plantas de cultivos de tejidos a lo largo de las 8 evaluaciones presentaron los mas bajos resultados comparados con las otras dos técnicas de propagación.

Tabla 3- Promedio de grosor del tallo de plantas de quequisque obtenidas a partir de tres técnicas de propagación, establecidas en condiciones de Masaya, postrera 99-00.

Técnica	Días después de la siembra							
	30	60	90	120	150	180	210	240
CRAS.	2.11 a	3.23 a	2.62 a	3.84 a	5.24 a	7.19 a	8.13 a	8.76 a
Convencionales	1.22 b	2.40 b	2.10 a	3.85 a	5.65 a	6.64 a	6.55 a	6.06 b
<i>In vitro</i>	0.86 b	1.15 c	1.38 b	2.32 b	3.10 b	4.42 b	3.55 b	3.90 c
ANDEVA	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V.	20.20	11.71	16.34	19.40	9.35	13.66	21.63	15.55

* Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre ellas según la prueba de rangos múltiples de Tukey, $\alpha = 0.05$ %.

La materia seca en los pseudotallos de la planta madre aumenta considerablemente hasta el quinto y sexto mes en los pseudotallos de las plantas. A partir de esta edad comienza a disminuir a causa del traslado de sustancias de reserva hacia los cormos (López *et al*, 1995). En el presente trabajo de investigación las plantas convencionales y las *in vitro* logran su mejores resultados a los 180 dds, para posteriormente reducir sus valores. En cambio no fue así para las plantas CRAS que siguieron una tendencia a aumentar el grosor de su seudotallo.

3.1.4 Area foliar

El análisis estadístico indica que las plantas obtenidas a partir de la técnica CRAS y convencional fueron estadísticamente similares entre ellas, registrando los mayores promedios de área foliar. Las plantas de la técnica *in vitro* se mantuvieron siempre con los más bajos resultados, en cambio las plantas obtenidas a partir de la técnica CRAS mantuvieron siempre los mayores valores en todas las evaluaciones.

Tabla 4.- Promedio de área foliar (cm²) de plantas de quequisque obtenidas a partir de tres técnicas de propagación en condiciones de Masaya, postrera 99-00.

Técnica	Días después de la siembra							
	30	60	90	120	150	180	210	240
CRAS	161.60 a	322 a	338 a	706 a	823 a	1494 a	1651 a	1701a
Convencional	138.80 a	308 a	296 a	701 a	699 a	1234 a	1282 a	1261 ab
<i>In vitro</i>	42.60 b	186 b	125 b	358 b	360 b	585 b	619 b	738 b
ANDEVA	*	*	*	*	*	*	*	*
C.V	16.18	18.45	21.41	38.84	19.86	21.88	24.39	23.45

* Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre ellas según la prueba de rangos múltiples de Tukey, $\alpha = 0.05 \%$.

Para López *et al*; (1995) los valores máximos de área foliar se registran a los 180 dds y la mayor área foliar se alcanza en las hojas que oscilan entre la posición 16 a la 20. La planta madre alcanza su máximo desarrollo foliar a los 4 meses, mientras que los hijos lo alcanzan a los 6 meses. Sin embargo, los datos colectados en el presente trabajo indican que los mayores valores de área foliar se alcanzaron la última fecha de evaluación (240 dds) en todos los tratamientos.

3.1.5 Número de hijos

Las plantas de cultivo de tejidos fueron estadísticamente superiores en relación con las plantas obtenidas de las técnicas CRAS y convencional, a partir de los 150 dds, exceptuando a los 60 dds y 120 dds cuando no reportaron diferencia estadísticas entre las técnicas en estudio. Las plantas propagadas convencionalmente reportaron un número de hijos mayor al encontrado en las plantas CRAS.

El ahijamiento está determinado por la ausencia de la yema terminal, ya que la parte superior del corno no ahija cuando esta presente la yema terminal, mientras que si carece de ella es precisamente la sección que mayor ahijamiento presenta.

Tabla 5.- Números de hijos promedio de plantas de quequisque obtenidas a partir de tres técnicas de propagación en condiciones de Masaya, postrera 99-00.

Técnica	Días después de la siembra							
	30	60	90	120	150	180	210	240
CRAS	0.0 b	0.02 a	0.02 b	0.02 a	0.03 b	0.02 b	0.03 b	0.03 b
Convencional	0.11 ab	0.21 a	0.21 a	0.23 a	0.33 b	0.40 b	0.34 b	0.26 b
<i>In vitro</i>	0.23 a	0.20 a	0.13 ab	1.20 a	1.90 a	2.85 a	3.12 a	3.80 a
ANDEVA	*	ns	*	ns	*	*	*	*
C.V	5.67	8.61	6.41	24.59	17.13	13.81	28.12	7.10

* Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre ellas según la prueba de rangos múltiples de Tukey, $\alpha=0.05$ %.

Las condiciones previas a que ha sido expuesto el cormo madre, influye en la rapidez y evolución de la plantación; es decir la fase de incubación del cormo madre influye a la inducción de cormos hijos (López *et al*, 1995). En el ensayo presente, el ahijamiento es un elemento fenológico claramente favorable a las plantas de cultivo de tejidos, lo que pudo haber sido causado por porciones remanentes de reguladores de crecimiento que permanecieron en la células de plantas sometidas a las condiciones de laboratorio. En este caso, el material de siembra utilizado no fue el clásico cormo con sus nudos de yemas colocadas circularmente, sino que plantas provenientes de condiciones de laboratorio, aunque al final éstas también son cormos.

3.2 Componentes de rendimiento

3.2.1 Número de cormelo por planta.

El ANDEVA realizado demuestra que hubo diferencias significativas entre las plantas provenientes de las técnicas en estudio, las plantas de cultivos de tejidos presentaron mayor número de cormelos por plantas, seguido de las plantas CRAS y convencionales, estas últimas diferentes entre ellas, las plantas CRAS obtuvieron valores más altos.

Tabla.6- Promedio de valores de componentes de rendimientos de plantas de tres técnicas de propagación de quequisque establecidas en condiciones de Masaya, postrera 99-00.

Técnicas	Componentes del rendimiento			
	Número de cormelos/pta.	Peso de cormelos/pta (g)	Peso promedio de cormelo (g)	Tamaño de cormo (cm²)
CRAS	3.50 b	210.00 ab	60.00 ab	24.90 a
Convencional	2.10 b	150.00 b	71.43 a	25.20 a
<i>In vitro</i>.	10.80 a	330.00 a	30.56 b	18.60 b
ANDEVA	*	*	*	*
C. V	37.35	14.47	34.65	11.85

* Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre ellas según la prueba de rangos múltiples de Tukey, $\alpha = 0.05\%$.

Según Yamaguchi (1983), citado por Marín, *et al*; (1994) el número de cormelos en quequisque puede llegar a diez o más. En presente estudio las plantas *in vitro* produjeron un promedio 10.80 cormelos por planta.

3.2.2 **Peso de cormelos totales por planta.**

El ANDEVA indica que los datos presentan diferencias significativas entre las plantas provenientes de las técnicas en estudio, las vitroplantas reportan los mejores resultados, seguido de las plantas obtenidas a partir de las técnicas CRAS y convencional respectivamente.

El peso obtenido entre las tres técnicas se mantuvo según la clasificación reportada por valverde *et al*, (1996) que establece un peso promedio de entre 30 a 100 g para cormelos comercializables y no exportables

Generalmente las plantas de quequisque producidas por medio de cultivo de tejidos son más lentas para producir cormelos comercializables (Tórrez,1996).

Peso promedio de cormelo

El ANDEVA registra que los datos presentan diferencias estadística significativas. Las plantas obtenidas a partir de la técnica convencional presentaron un mayor peso promedio de cormelo, registrando resultados similares las plantas provenientes de la técnica CRAS, y en última instancia la técnica de cultivo de tejidos las cuales reportan los valores más bajos.

3.2.3 Tamaño promedio de cormelos

Las plantas originadas a partir de la técnica CRAS y convencional reportaron datos estadísticamente similares entre sí, obteniendo los menores valores las plantas de la técnica de cultivo de tejidos.

Una de las principales causas de la reducción de los rendimientos es la falta de agua, (Tórres, 1996). Las plantas de las tres técnicas fueron sometidas a las mismas condiciones, por lo que no se debe esperar que las diferencias encontradas sean ocasionadas por ausencia o suministro en contra o a favor de uno de los tratamientos. En cambio, si se pretende comparar con los resultados obtenidos por otros investigadores y productores, es necesario tomar en cuenta la época en que se estableció el ensayo (postrera 99-00) y el régimen de lluvia reportado en ese mismo período. El sistema de riego complementario utilizado en el estudio estuvo lejos de ser eficiente, por el contrario sufrió en mucho de los desabastecimientos de agua potable que los habitantes de la zona sufren en las épocas de verano.

La extracción de suministro de nutrientes aumentan en la planta en la medida que aumentan el número de frutos, por lo cual en muchas plantas el incremento de la cantidad de frutos ocasiona una disminución en el tamaño de éstos (Vásquez y Tórres, 1995). Las plantas *invitro* registraron el mayor número de cormelos por planta y por ende el mayor peso

por planta; sin embargo, el tamaño promedio de cormelo no cumple con el tamaño mínimo requerido para ser considerado comercializable.

3.3 Incidencia de enfermedades

3.3.1 Incidencia del DMV

3.3.1.1 Presencia del DMV

De acuerdo a los datos obtenidos, el número de plantas que presentaron los síntomas no mostraron una tendencia de bajar o subir de manera constante, sino que variaron; apareciendo y desapareciendo los síntomas con el tiempo

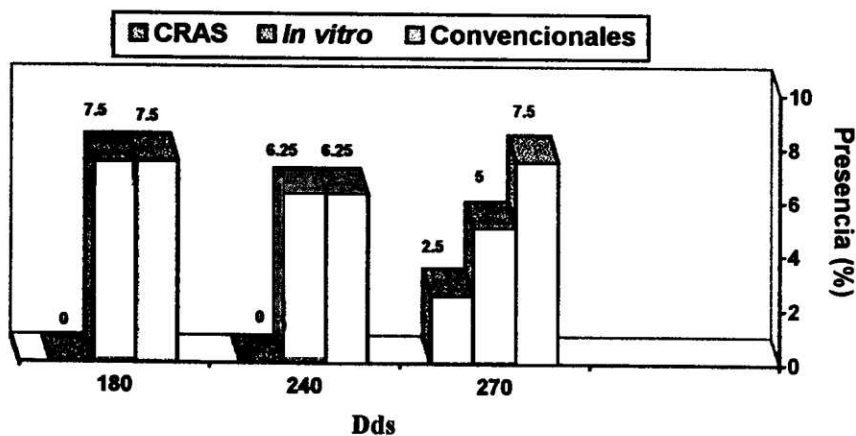


Figura 2.- Presencia del D.M.V en plantas de quequisque obtenidas de tres técnica de propagación, establecidas en condiciones de Masaya, postrera 99-00.

En la primera evaluación realizada (180 dds), las plantas *invitro* y las convencionales presentaron un valor porcentual similar de plantas afectadas con un 7.5 %, en cambio las plantas CRAS no reportan nivel alguno de afectación de virus.

A los 240 dds las plantas reproducidas por cultivo de tejidos y las plantas propagadas

de forma convencional tuvieron una tendencia similar en bajar el nivel de afectación; ambas con el mismo 6.25 % de plantas afectadas, manteniendo siempre las plantas CRAS una nula afectación con D.M.V.

A los 270 dds las plantas *invitro* bajaron el grado de afectación hasta un 5 % no así las plantas convencionales que reportaron 7.5 % de plantas afectadas por el virus del mosaico del dasheen. Las plantas de reproducción acelerada en este registro realizado obtuvieron un valor de plantas afectadas de 2.5 %.

De manera general, las plantas de cultivo de tejidos y las convencionales presentaron los mayores valores de afectación en las tres evaluaciones realizadas, no así las plantas CRAS que no presentaron en las tres evaluaciones afectaciones del DMV exceptuando la tercera evaluación donde reportaron un bajo valor de afectación.

El porcentaje de plantas que presentaron los síntomas del DMV registrado en este estudio son relativamente bajos. El DMV como virus puede ser transmitido a través de varias formas, de ellas quizás el más importante, a través de el material de propagación. En este ensayo probablemente ésta debe ser la vía fundamental de diseminación de la enfermedad, puesto que el porcentaje reportado tres meses después de la primera evaluación no mostraron tendencia a incrementar. Plantas infectadas desde un inicio se mantuvieron así durante el resto del ciclo, este virus pudo ser transmitido o esparcido a través de vectores, pero de seguro en menor escala.

Las plantas que son infestadas por el DMV pueden mostrar o no los síntomas, ésta es una particularidad de esta importante enfermedad, por lo que el porcentaje de plantas infestadas visualmente pueden incrementar o decrecer con el tiempo.

Según la FAO (1988) el virus no es letal, su principal efecto es que retarda crecimiento

de la planta y reduce el rendimiento. Las plantas pueden no presentar síntomas, pero súbitamente puede aparecer un llamativo mosaico foliar, el moteado y los síntomas característicos aparecen. Los síntomas foliares son intermitentemente expresados y la severidad y persistencia de los síntomas expresados varían de acuerdo con el genotipo de la planta.

El hecho que las parcelas CRAS hayan registrado los menores valores de plantas con síntomas puede ser un indicativo de la efectividad de la selección de material de siembra; las plantas originadas a través de esta técnica pudieron haber sido originadas de cormos sanos del DMV. Igual debió haber ocurrido con las plantas *in vitro*, sin embargo, la carencia de un método de diagnóstico es una limitante muy importante para tener seguridad de la ausencia del virus y producir material masivamente de siembra libre de virus.

Para el INTA (2000) la buena selección de semilla antes de la cosecha y la eliminación de las plantas con sitomatología evidente, pueden disminuir la incidencia en el campo. Los resultados del presente estudio más la evidencia de otros estudios, sugieren que el uso combinado de las técnicas de propagación rápida y/o masiva de plantas y el uso de técnicas de diagnóstico, podrían ayudar a contribuir a la disminución estratégica de los porcentajes de afectaciones hasta este momento reportados en las condiciones de los productores. Potenciar las técnicas *in vitro* y CRAS con el uso de técnicas de detección serológicas de virus y agentes similares, debe considerarse una alternativa factible para el incremento de los rendimientos del cultivo del quequisque.

3.3.1.2 Efecto del DMV sobre el rendimiento

La variante infectada de las plantas convencionales obtuvieron mayores valores en número de cormelos por planta, peso de cormelos por planta y tamaño promedio por cormelos que las plantas convencionales de la parcela útil, probablemente debido a que la infección

ocurrió en estadíos tardíos de la planta; por lo que no tuvieron efecto sobre los componentes antes mencionados. Por otro lado, las plantas de la P.U (parcela útil) pudieron haber estado conformadas por un porcentaje de plantas infectadas mayor que el registrado en los conteos visuales. En el caso de el peso promedio por cormelo las plantas infestadas redujeron notablemente el peso en un 28.1 %. Lo común es encontrar plantas con pocos cormelos pero con buen peso promedio cada uno; o por el contrario plantas con varios cormelos pero con poco peso cada uno, este parece ser el caso encontrado con las plantas E.I (efectivamente infestada).

Tabla 7.- Promedios de los componentes de rendimientos obtenidas de plantas de la técnica convencional e in-vitro establecidas en condiciones de Masaya, comparadas con sus variantes infectadas con DMV, postrera 99-00.

Técnica	Componentes de rendimiento							
	Número de cormelos/pta	Reducción (%)	Peso (g) de cormelos/pta	Reducción (%)	Peso (g) de cormelos	Reducción (%)	Tamaño promedio de cormelos	Reducción (%)
* Conv-PU	2.09	-	133	-	61.5	-	25.2	-
** Conv-CS	3.75	+ 79.42	149	+ 12.03	44.2	- 28.13 %	30.0	+ 19.04
• In vitro PU	10.77	-	305	-	28.0	-	18.6	-
•• In vitro CS	10.42	- 3.25	293	- 3.93	28.4	+ 1.43	17.4	- 6.45

*Conv-PU: Convencional Parcela útil
 **Conv-CS: Convencional con síntomas

•In vitro PU: In vitro Parcela útil
 ••In vitro CS: In vitro con síntomas

Al comparar las plantas *invitro* infectadas con las plantas de parcela útil en los componentes: número de cormelos por planta, peso de cormelos por planta y tamaño promedio por cormelo, éstas últimas obtuvieron una leve reducción en los valores, probablemente el virus si hizo su efecto sobre los componentes descritos. En el caso de peso promedio por cormelos no reportó ninguna reducción para ambas variantes comparadas.

Los resultados del estudio no concuerdan con los encontrados por Rojas (1998) la presencia de este virus reduce entre un 45 y un 85 % la producción de tiquisque (quequisque) con efecto detrimental de la calidad. Según Mallachi y Pérez (1997) el virus reduce el rendimiento en plantas propagadas convencionalmente en un 27.37 %.

3.3.2- Incidencia de lesión foliar marginal (*Xanthomona campestris* pv *dieffenbachiae*) y Mancha por antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides* Penz)

La presencia de bacterias y hongos reportados en este estudio fueron bajos en las plantas provenientes de los tres técnicas de propagación. No se encontró tendencia a incrementar o decrecer el número de plantas afectadas con ambas enfermedades con el devenir de tiempo .

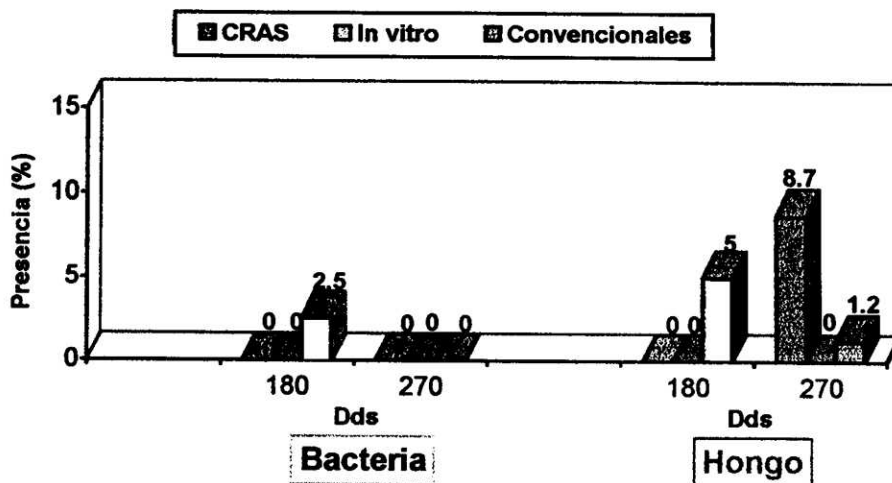


Figura 3.- Presencia de bacterias y hongos en plantas de quequisque obtenidas a partir de tres técnicas de propagación, postrera 99-00.

Masaya es una localidad con una modesta cantidad de lluvia esparcida en seis meses, considerados meses lluviosos. Este experimento fue establecido a mediados del período lluvioso, donde las condiciones existentes en esta área no eran favorables para el crecimiento y esparcimiento de hongos y bacterias.

La presencia de la bacteria (*Xanthomona campestris* pv *dieffenbachiae*) fue casi nula en las plantas provenientes de las técnicas evaluadas, con una tendencia a permanecer constante en tiempo. Unicamente las plantas convencionales reportaron afectación en el primer registro con 2.5 %, las plantas CRAS y cultivo de tejidos no reportaron afectación en ninguna de las dos evaluaciones realizadas.

Los síntomas de esta bacteria no fueron encontrados en plantas provenientes de la técnica de cultivos y CRAS; esto es entendible en el caso de las plantas *in vitro* que pueden estar libre de bacterias puesto que ellas fueron desarrolladas en condiciones asépticas. En el caso de las propagadas a través de CRAS pudo haber tenido efecto la procedencia y la desinfección de semilla

En el caso del hongo (*Colletotrichum gloesporioides* Penz) las plantas propagadas convencionalmente fueron las más afectadas con 5 % de afectación en la primera fecha de evaluación. En el segundo registro las plantas *in vitro* no registraron afectación alguna; las plantas provenientes de la técnica de reproducción acelerada reportaron el valor más alto con 8.7 % de afectación contra 1.2 % de las plantas convencionales. Las plantas *in vitro* en la primera y segunda evaluación realizada no presentó ningún nivel de afectación por hongos.

3.4 Eventos fenológicos

3.4.1 Ahijamiento

Las plantas provenientes de la técnicas en estudio tuvieron un comportamiento similar en cuanto a ahijar en los primeros 90 días, sin embargo las plantas de cultivo de tejidos a partir de este momento iniciaron una tendencia marcada a incrementar el número de hijos. Este fenómeno ocurre en las plantas *in vitro* debido posiblemente al las condiciones a que fueron sometidas durante el proceso aséptico, donde se establecieron y se subcultivaron en medios de cultivo artificiales con reguladores de crecimiento (auxinas y citocininas). Las relaciones de reguladores de crecimiento empleadas indujeron el ahijamiento o proliferación a nivel de laboratorio, por lo que el ahijamiento encontrado en el campo pudo haber sido causado por porciones remanentes de esos reguladores de crecimiento que permanecieron en las células de las plantas *in vitro* desarrolladas en el laboratorio

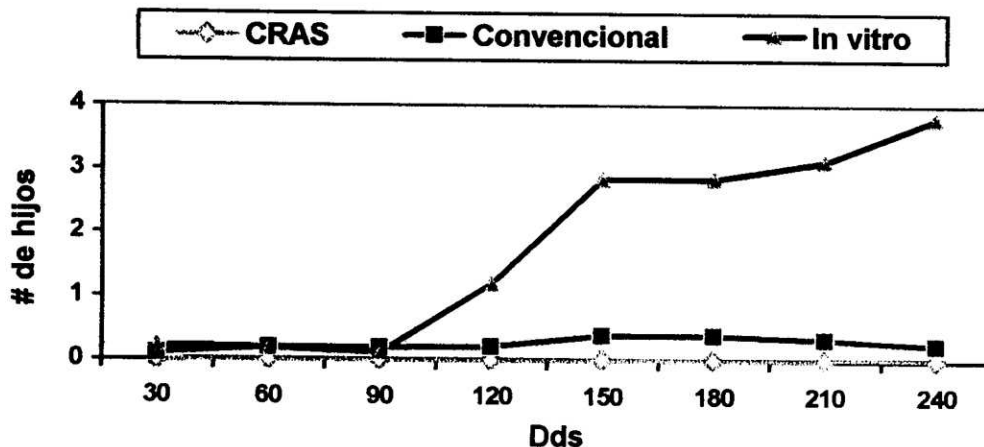


Figura 4.- Ahijamiento promedio registrado en plantas de quequisque, cultivar Masaya, obtenidas de tres técnicas de propagación: convencional, CRAS e *in vitro*, establecidas en condiciones de La Poma, Masaya, postrera 99-00

En el caso de las plantas CRAS, el efecto de la dominancia parece ser determinante para evitar la brotación de las yemas laterales de los cormos, por lo que su ahijamiento es constante y bajo a lo largo del ciclo vegetativo de las plantas. Las plantas CRAS, al igual que las *in vitro*, fueron llevadas a condiciones de campo con una altura determinada, o lo que es lo mismo decir, con la yema apical con un desarrollo dominante y bloqueador del desarrollo de las yemas laterales.

3.4.2 Momento de cosecha

Las plantas CRAS, convencional e *in vitro* coincidieron en presentar una notable reducción de los valores del número de hojas a partir de los 180 dds. En este aspecto coincidimos con López *et al*; (1995) quienes señalan que en dependencia del genotipo, la mayoría de los clones del género *Xanthosoma* inician este proceso después de los 180 dds. Sin embargo, cuando se evalúan las técnicas de propagación pueden encontrarse diferencias como

efectivamente se encontraron en el presente estudio (figura 5).

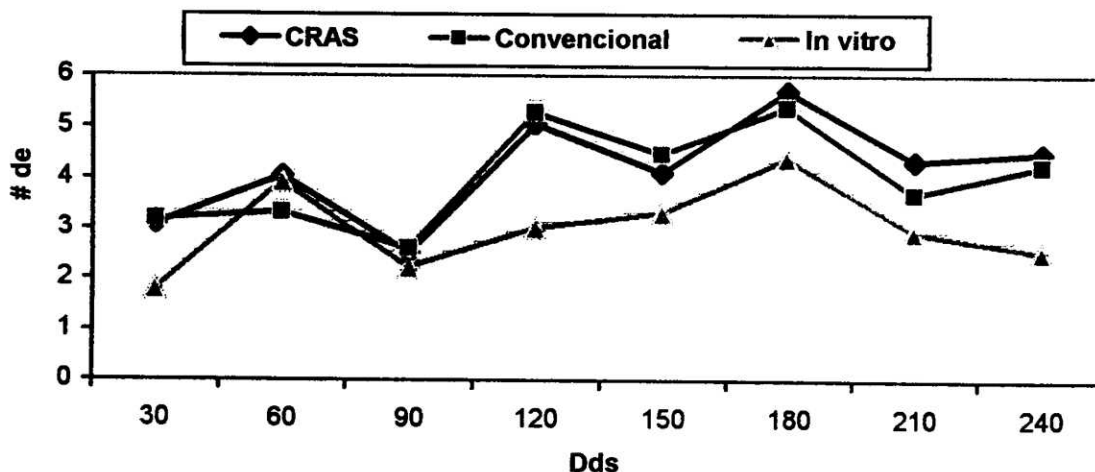


Figura 5.- Número de hojas promedio de plantas de quequisque, cultivar Masaya, obtenidas de tres técnicas de propagación, establecidas en condiciones de La Poma, Masaya, postrera 99-00

Las vitroplantas mostraron una reducción más drástica y sostenida del número de hojas a partir de los 180 días que las plantas de las otras dos técnicas, las que mostraron un leve aumento de esta variable a los 240 dds.

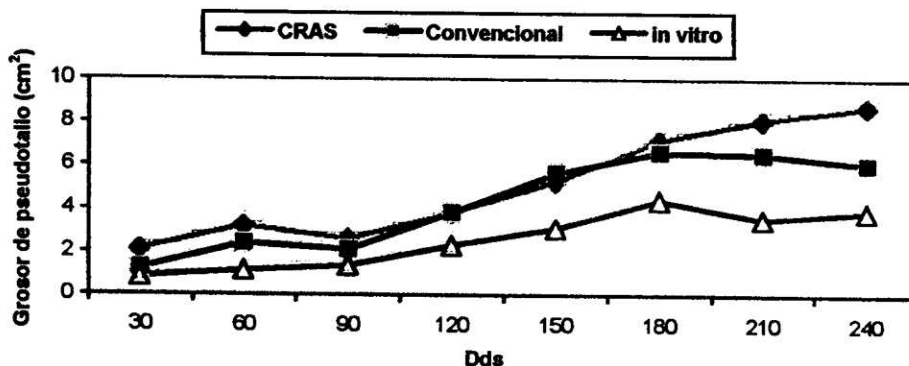


Figura 6.- Promedio de grosor del pseudotallo de plantas de quequisque, cultivar Masaya, obtenidas a partir de tres técnicas de propagación, establecidas en condiciones de La Poma, Masaya, postrera 99-00.

En cuanto al grosor del pseudotallo las plantas CRAS presentaron una tendencia creciente a aumentar el grosor del pseudotallo aún a los 240 dds. Sin embargo, en el caso de las plantas convencionales e *invitro* si hubo una disminución de los valores de grosor del pseudotallo, lo que sugiere el traslado de asimilatos desde la parte foliar hacia la parte subterránea de la planta (figura 6).

Las plantas *in vitro* presentaban raíces en la epidermis de los cormelos al momento de realizarse la cosecha, de igual manera presentaban la yema principal brotada. Unido a esto, las características mostradas en las variables número de hojas y área foliar señalan que las plantas de laboratorio mostraron ser precoces en relación a las plantas de las otras técnicas, por lo que deben cosechadas con anticipación que las plantas CRAS y convencionales.

IV.- Conclusiones

A- Variables morfológicas

- Las plantas obtenidas de la técnica de reproducción acelerada de semilla reportaron los mejores resultados en la mayoría de las variables morfológicas , seguido de las plantas convencionales y en última instancia las plantas de cultivo de tejidos. Aunque las plantas *invitro* produjeron valores de números de hijos superiores a las plantas CRAS y convencionales.

B- Variables de rendimientos

- Las plantas de cultivo de tejidos produjeron mayor números de cormelos por plantas y mayor peso de cormelo por planta (96.42 qq/mz, 137.23 qq/ha) estadísticamente superior a las obtenidas por las plantas CRAS (66.40 qq/mz, 94.51 qq/ha) y convencionales (91.93 qq/mz, 130.84 qq/ha). Las plantas CRAS y convencionales registraron valores de peso promedio y dimensión de cormelos similares, superiores estadísticamente a las plantas obtenidas en el laboratorio.

C- Variables fenológicas

- El ahijamiento es un elemento fenológico claramente favorable a las plantas de cultivo de tejidos, lo que pudo haber sido causado por las porciones remanentes de reguladores de crecimiento que permanecieron en la célula de plantas sometidas a las condiciones de laboratorio.
- Las plantas *invitro* reportaron una tendencia marcada en disminuir los rendimientos de las variables grosor del pseudotallo y número de hojas a partir de los 180 días

después de la siembra, unido al hecho que los cormelos de estas plantas presentaron raíces y las yemas apicales y axilares brotadas al momento de la cosecha, lo que indica la precocidad de las plantas *invitro* en relación a las plantas originadas por las otras técnicas.

D- Incidencia de enfermedades

1- Presencia

- El primer test de ELISA realizado sobre las muestras de hojas de plantas que presentaban los síntomas de la presencia del DMV demostró que el 98 % de las plantas presentaban el DMV en su estructura
- Los síntomas foliares del DMV son intermitentemente expresados, o sea, aparecen y desaparecen, lo que indica un porcentaje relativamente bajo. No hay una relación directa entre los conteos visuales realizados y las plantas efectivamente infectadas.

2.- Efecto del DMV sobre el rendimiento

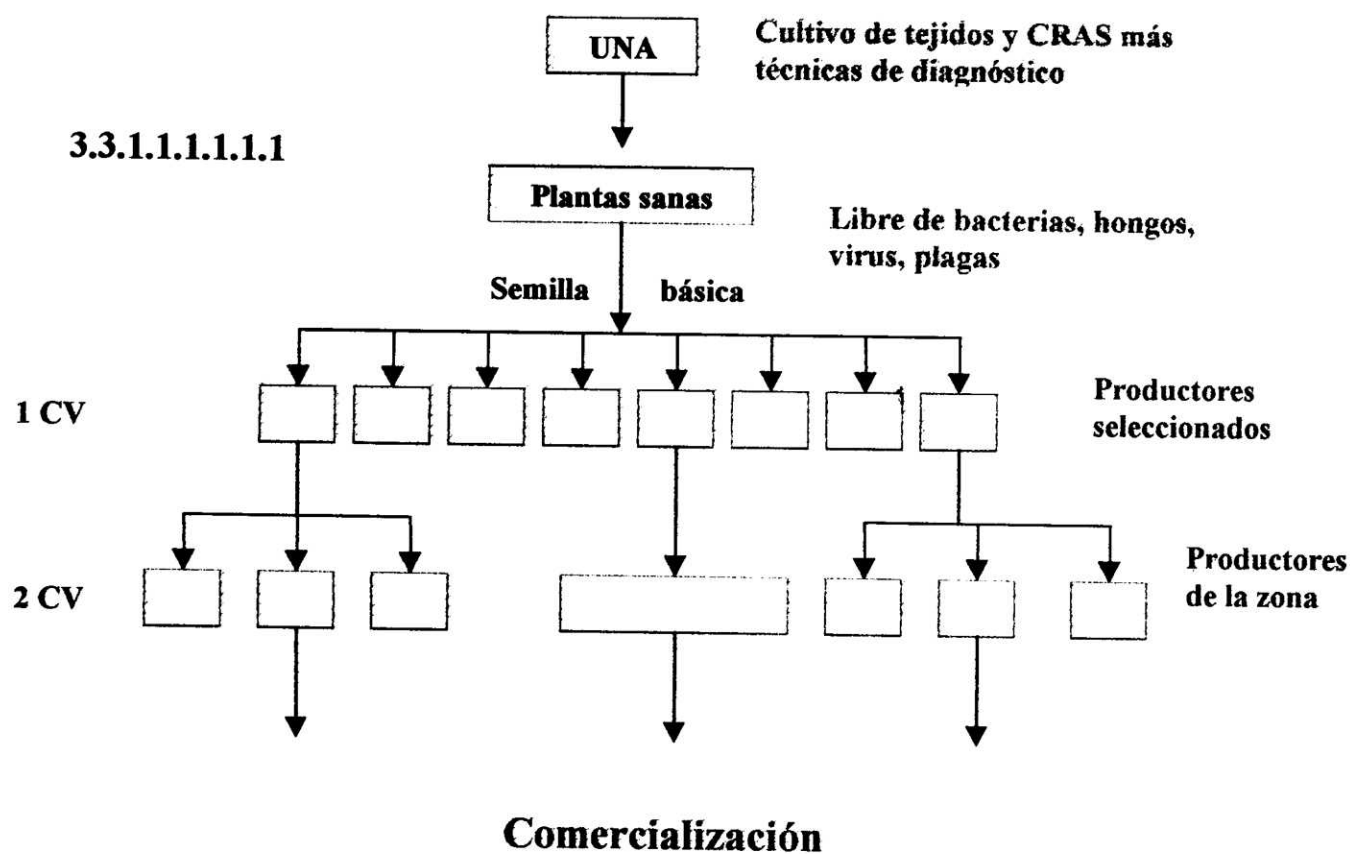
- El segundo test de ELISA realizado sobre las plantas escogidas al azar con el objetivo de determinar el efecto del virus sobre el rendimiento señala que el 100 % de las plantas muestreadas contenían el virus.
- Las plantas *invitro* independientemente que presenten infección o no registraron mayor número de cormelos y mayor peso de cormelos por planta.

E.- Presencia de la bacteria *Xanthosoma campestris* y el hongo *Collectotrichum goesporioides* (Penz)

- Los dos conteos visuales realizados sobre las plantas con síntomas de la bacteria y el hongo, a los 180 y 270 dds, indican escasa presencia en el ensayo

VI.- Recomendaciones

- Establecer ensayos similares en otra época de siembra (primera) y en otras condiciones ecológicas , y hacer comparaciones con los resultados obtenidos en el presente estudio con miras a establecer cual es el comportamiento definitivo de las plantas propagadas a través de las diferentes técnicas.
- Considerar el establecimiento de ensayos similares al presente en otras localidades con un manejo tecnológico diferente (con riego, manejo orgánico) que ayude a dislucidar aspectos como comportamiento de las plagas y enfermedades en esas condiciones. Se debe esperar mejores resultados de las plantas provenientes de las plantas de CRAS e *invitro*, con respecto a los mencionados factores bióticos.
- Implementar una metodología de trabajo que permita, por un lado, la identificación y diagnóstico de las enfermedades fungosas, bacterianas y virales, y por otro lado, la propagación masiva y rápida a través de las técnicas CRAS e *invitro* de las plantas que presenten sus cormos libres de estos patógenos. Es de esperarse en estas plantas aumentos del rendimiento como consecuencia del rejuvenecimiento y la eliminación de los microorganismos fitopatógenos.
- Utilizar el esquema de producción y abastecimiento de semilla de quequisque de buena calidad propuesto a continuación, con el objetivo emprender un proceso inverso a la **declinación fisiológica de los cultivares**, que conllevaría al aumento estratégico y sostenido de los rendimientos y a la reducción paulatina y segura de las enfermedades y sus efectos sobre los rendimientos.



VI Referencias

- FAO 1998. Technical Guidelines for the safe movement of edible aroid germplasm. University of Florida, Gainesville.
 - Hartman Hudson.T; Kester Dale E. 1985. Propagación de plantas. Principios y prácticas pág 256.Editorial continental.
 - INTA. 2000. Cultivo del quequisque. Guía tecnológica 24.
 - López Z. , M. ; E. Vásquez B , R. López F. 1995. Raíces y Tubérculos.312p.
 - Laguna.I.G; Salazar, L, G López, J. F. 1983. Enfermedades fungosas y bacterianas de las Aráceas *Xanthosoma* sp y *Colocasia esculenta* (L.) Schott en Costa Rica.
 - Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1995. El quequisque en el mercado internacional. En : Agricultura y Desarrollo. Revista número 10. Dirección General de Información y Apoyo al Productor. 12 pp.
- Monterroso, S. David. 1996. Jengibre y quequisque, cultivos priorizados en el trópico húmedo. situación actual pronóstico fitosanitario y propuesta para la implementación del MIP con pequeños productores. CATIE-INA.24 pág
- Mallachi, D.; Pérez, P. J. N. 1997. Sin título. Instituto de Biotecnología de las plantas. Universidad Central de las Villas, Santa Clara, Cuba.
 - Marín, F.; Cisne, J; Castrillo S .1994 Comportamiento de *quequisque* (*Xanthosoma sagittifolium* (L) (schott) y Malanga (*Colocassia esculenta*). Edición CEAR.Managua, Nic Pág 798.

- Nome, S. F. 1991. Pruebas de detección de virus, viroides y organismos fitopatógenos sistémicos aplicados al cultivo de tejidos. En: Cultivo de tejidos en la agricultura. Fundamentos y aplicaciones. Centro Agronómico de Agricultura Tropical (CIAT). William M. Roca, Luis A. Mrogriski. Editores técnicos.
- Nyland, G. 1968. Development and maintenance of virus free propagation material. Proceeding of the International Plant Propagators Society Annual Meeting.
- Pohronezny, K; W. Dankers, B Schaffer; H.Valenzuela y M. A. Moss. 1990. Marginal necrosis and intercostal leaf spots of cocoyam infested by *Xanthomona campestris* P.V dieffenbachiae, Plant Dis.74:573-577.
- Ramírez, P.1985. Aislamiento y caracterización del virus del mosaico del dasheen (DMV) en Costa Rica. Turrialba 35: 279-283.
- Rojas, C. R. 1998. Reproducción de semillas limpias de tiquisque blanco y morado a partir de plántulas in-vitro.
- R.Valverde; L. Gómez; F. Saborío; S.Tórres; O.Arias; T.Thorpe. 1996. Field evaluation of Dasheen Mosaic Virus Free cocoyam plant produced by *in-vitro* techniques.
- Tórres, S. 1996. Evaluación de métodos culturales para el control del mal seco a nivel de fincas.CIA-UCR.Costa Rica.
- Vásquez y Tórres,1995. Fisiología vegetal. Habana, Cuba. pág 451
-

- Wilson.J.E. 1984. Cocoyam in the physiology of tropical fiel crop. Ed Goldsworthy.R.P and fisher, N.M pág 589-608.